

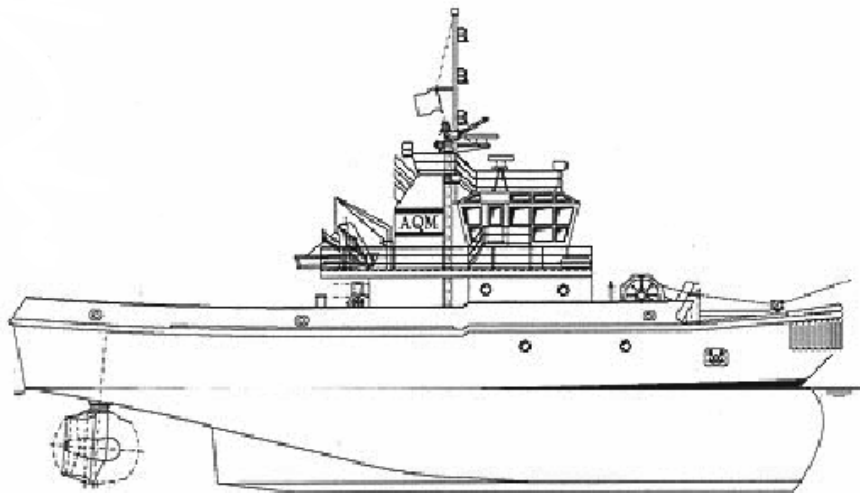
Aspectos de la Seguridad Marítima en Buques Remolcadores

Dr. Jaime Rodrigo de Larrucea. Profesor de Derecho Marítimo (UPC).

1.- Introducción

Según la LEY 48/03, de 26 de noviembre, de Régimen Económico y de Prestación de servicios de los puertos de interés general, se entiende como servicio de remolque portuario *“aquél servicio cuyo objeto es la operación náutica de ayuda a los movimientos de un buque, denominado remolcado, siguiendo las instrucciones del capitán del buque, mediante el auxilio de otro u otros buques, denominados remolcadores, que proporcionan su fuerza motriz o, en su caso, el acompañamiento o su puesta a disposición dentro de los límites de las aguas incluidas en la zona de servicio del puerto.”*

Las condiciones de realización del servicio se regulan mediante un pliego de condiciones que define la Autoridad Portuaria correspondiente. En este pliego se regulan aspectos como la flota mínima necesaria para cubrir las necesidades del puerto así como el equipamiento de la misma, el periodo de tiempo en que se prestará el servicio (en general, para los puertos de interés general será de 24 horas todos los días del año).



Actualmente el remolque portuario continúa siendo un componente vital de la infraestructura portuaria. Aunque muchos buques han mejorado sus sistemas de propulsión y maniobrabilidad aplicando nuevas técnicas (como las hélices transversales), hay aún una gran necesidad y confianza en la tecnología y el servicio del remolcador.

La tendencia a operar buques cada vez más grandes, con sus respectivos problemas en los puertos a causa de sus grandes calados y dimensiones y la necesidad de mantener su programación de escalas en cualquier condición atmosférica han supuesto la necesidad de disponer de un servicio de remolque poderoso, experto, profesional y bien gestionado en todos los grandes puertos. Junto al Remolque portuario convive el tradicional Remolque oceánico, que no desvirtúa el servicio de tracción que presta este tipo de buques, pero si supone un cambio morfológico del buque y de los aspectos en relación a la Seguridad Marítima.

Por esto motivo la flota de remolcadores año tras año se moderniza e incorpora en sus buques nuevas tecnologías, tanto a nivel de propulsión, como de maniobrabilidad como de seguridad.

Tipos de buques remolcadores, en atención a sus características técnicas:

1. Remolcadores de costa:
 - a) AHT (*Anchor handling tug*)
 - b) AHTS (*Anchor handling tug supply*)
2. Remolcador Oceánico (*Ocean Going Salvage Tugs*)
3. Remolcadores de puerto
 - a) Propulsión a proa
 - Remolcadores tractor
 - *Voith Schneider*
 - b) Propulsión a popa
 - Convencionales
 - Tipo ASD
 - de Reversa
 - tipo Combi

2.- Características de la última generación

2.1. Redundancia

Generalmente los remolcadores de última generación disponen de una redundancia en su sistema de propulsión. Todos disponen de dos sistemas propulsores, completamente independientes desde el motor diesel hasta el propulsor, ya sea del tipo cicloidal o azimutal. En el caso de que uno falle dispondrá como mínimo del 50 por 100 de la potencia propulsora, lo que da al sistema de propulsión un alto grado de seguridad y fiabilidad.

2.2. Reducción de tripulaciones

Todos los remolcadores de última generación están diseñados para tripulaciones de tres personas, siempre en relación al remolque portuario. Un aspecto muy importante de la seguridad es el factor humano. Un elevado porcentaje de accidentes son causados por errores humanos. La reducción de tripulantes solo ha sido posible por un incremento de la automatización, que no ponga en peligro la seguridad del sistema. La disposición de los controles en el puente de gobierno permite gobernar el remolcador en cualquier situación. La flexibilidad de los nuevos remolcadores hace que repensar o reorientar una maniobra no sea necesario si se varía el modo de operación de proa a popa, o del método directo al indirecto. Esto evita situaciones de pánico en momentos de emergencia, con la posibilidad de errores con fatales consecuencias.

Los chigres de remolque, de tensión automática, dotados de control de longitud y potencia de tiro, se operan a distancia mediante válvulas solenoides y están dotados de acumuladores de presión que aseguran al sistema la activación de un freno de tambor en caso de peligro.

La reducción de tripulación, que es posible con las nuevas tecnologías en atención al buque, no resulta contradictoria con el hecho de que se asignen nuevas funciones a los buques y prestación de otros servicios (Planes de Emergencia, Salvamento, etc.) que requieran el mantenimiento de tripulación.

2.3. Maniobrabilidad

Los remolcadores de última generación pueden girar 360° en su misma eslora y pasar de todo adelante a todo atrás en dos esloras como máximo. Pueden navegar en cualquier dirección, lo que les permite, por ejemplo, seguir al buque en la dirección más favorable. Los propulsores, bien cicloidales o azimutales están situados a popa en los ASD o en proa en los tractores, que es la posición más eficiente. Los movimientos se consiguen manteniendo el equilibrio entre la fuerza del cabo de remolque y el empuje del remolcador, eliminando el peligro de hundimiento por la componente transversal del cabo de remolque, como ocurría con los remolcadores convencionales.

Además, la posibilidad de controlar el paso de las hélices o de los propulsores cicloidales permiten el uso inmediato de la potencia completa de la máquina para frenar o dirigir, ya que el control del paso permite una adaptación precisa a las condiciones existentes en cada momento y previene los problemas de parada de los motores principales que suelen ocurrir con hélices de paso fijo.

2.4. Tracción en cualquier dirección

Es una característica de todos los sistemas propulsores modernos que el tiro puede ser ejercido en cualquier dirección, casi instantáneamente, sin ángulos intermedios de tiro. Como resultado se obtiene un tiro elevado, con un control rápido, delicado y preciso. Los cintones y defensas están dispuestas de tal manera que proporcionan continuidad a lo largo del casco, sin salientes

entre la proa o popa y los costados, ya que el remolcador moderno es capaz de empujar bien con la proa, con la popa o con los dos costados contra el buque asistido.

2.5. Forma del casco

Una de las características distintivas de estos buques es su puntal relativamente reducido. Los remolcadores de última generación no tiene cubierta castillo, e intentan mantener la altura del puente lo menos elevada posible con respecto la cubierta. Todo ello esta encaminado a mantener a baja altura el punto de remolque, que subiría mucho con un castillo, poniendo en peligro la estabilidad. Mantener el punto de remolque a baja altura es un factor importante para la estabilidad de este tipo de buques. Los vértices de popa del casco suelen estar redondeados, con un gran radio, posibilitando el giro contra el casco de un buque durante las operaciones portuarias.

2.6. Incremento de la potencia

Los remolcadores portuarios actuales disponen de equipos propulsores con una potencia equiparables a la de los remolcadores de altura de hace solo veinte años. Generalmente cada buque está propulsado por dos motores diesel con un mínimo de 2.000 BHP cada uno, y una tracción a punto fijo en torno a las 40-50 toneladas, aunque vale la pena mencionar que actualmente los remolcadores portuarios más potentes de Europa en cuando a tiro fijo se refiere, están trabajando en el puerto de Barcelona y son el “MONTRAS” y “CATALUNYA” ambos de la empresa REBARSA con un tiro máximo de 75 Toneladas.

Este incremento de potencia ha sido necesario por la aparición de buques cada vez más grandes y más voluminosos, con grandes obras muertas, además de los tradicionales petroleros, bulk-carriers, etc. Como dato relevante comentar que actualmente dos de los remolcadores de última generación son capaces de hacer el trabajo de cuatro remolcadores existentes hace 20 años. Resulta previsible el incremento gradual de potencia a 4.000 BHP en los puertos más importantes, en atención a los nuevos mega carriers.

2.7. Polivalencia

Generalmente los remolcadores de última generación están también preparados para realizar remolque costero, para lo que se les suele dotar de un pequeño castillo, para realizar la protección contra incendios de buques y terminales, con bombas generalmente impulsadas por el motor principal de más de 1000m³/h de capacidad, son los llamados sistemas “FI-FI”. Asimismo también están dotados de equipos anticontaminación, con botallones con difusores para dispersantes, etc.

3.- Bita Guía Dinámica

3.1.- Modalidades de remolque

Las modalidades de remolque más usadas en la actualidad se dividen según el tipo de tiro utilizado. El remolque de tiro directo es aquél en el que el tiro efectivo sobre el buque remolcado recae directamente en la potencia desarrollada por el motor del remolcador. Para lograr un incremento de la potencia de tiro dentro de esta modalidad es preciso desarrollar una mayor potencia de los motores del remolcador, lo que implica un mayor desplazamiento del buque y una reducción notable de su maniobrabilidad.

Por otra parte, el remolque por tiro indirecto aprovecha la potencia suministrada por el motor del remolcador junto con la fuerza hidrodinámica del agua sobre el casco, regulando la potencia resultante con el ángulo de la fuerza de tiro del remolque.

La diferencia principal entre ambos tipos de remolque está en el aprovechamiento de las fuerzas hidrodinámicas producidas sobre el casco del remolcador y la velocidad relativa del agua, que producen un incremento del tiro proporcional al cuadrado de la velocidad del buque remolcador.

Durante el desarrollo de las operaciones de remolque, el aumento de potencia del tiro indirecto provoca grandes esfuerzos sobre las líneas de remolque de un remolcador, esta característica hace necesaria la incorporación de un elemento nuevo, una guía que obliga a la línea de remolque a pasar por ella. Esta guía está ubicada entre la maquinilla y el barco remolcado y constituye el punto más débil de la línea de remolque, ya que es allí donde se soportan los mayores esfuerzos.

El método de tiro indirecto es capaz de soportar grandes esfuerzos gracias al equilibrio de tres fuerzas diferentes: la hidrodinámica, la propulsora y la fuerza del tiro del remolque. Esta última se consigue manteniendo al remolcador en un cierto ángulo con respecto a la línea del remolque y el buque remolcado.

Para que este sistema sea verdaderamente efectivo, la trayectoria de la línea del remolque ha de pasar por una guía situada en cubierta, necesaria para asegurar el punto de aplicación de las fuerzas de tiro.

Las guías que habitualmente se utilizan en los remolcadores están constituidas por estructuras fijas formadas por un polín soldado a cubierta, del cual salen dos cilindros verticales o inclinados respecto a la vertical, unidos en su parte superior por un cilindro en forma de arco. Están contruidos de chapa de acero y se sitúan en la línea de crujía del remolcador en la zona de popa.

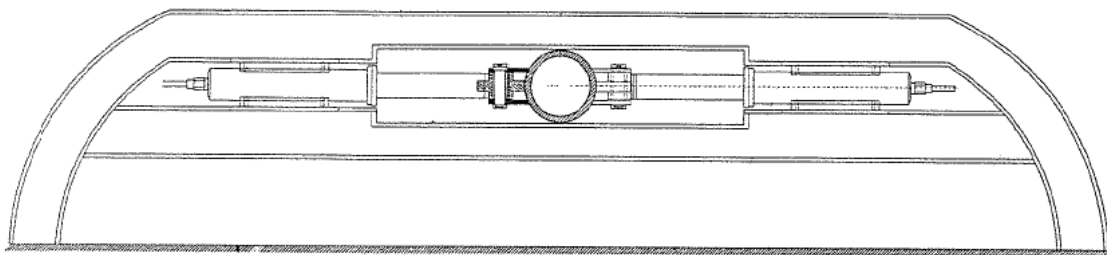
La bita guía tiene dos aplicaciones, una de ellas es la de marcar la distancia a la que se realiza el esfuerzo de tiro indirecto y la segunda consiste en la alineación del remolque a la entrada o salida de la maquinilla para que el tambor pueda estibarlos ordenadamente. Durante el desarrollo de las operaciones, la línea del remolque a su paso por la bita guía está sometida a

dos fuerzas: el rozamiento del cable con la guía, inevitable, y el alargamiento provocado por la fuerza del tiro a tracción. El alargamiento producido depende de varios factores: la longitud del remolque, el tiro desarrollado y la elasticidad aparente del cable. La consecuencia de este alargamiento es un incremento de la longitud de la línea a medida que el tiro aumenta, lo que degenera en una deformación de la línea, que provoca estirones, deslizamientos bruscos y violentos que producen frecuentemente la rotura de la línea de remolque, con el consiguiente riesgo de accidente que esto implica.

3.2.- Bita Guía Dinámica

La seguridad y eficacia del remolcador reside en que la línea de remolque no falle. Sin embargo, éste es el accidente más frecuente durante las labores de remolque.

La característica principal de la bita guía dinámica consiste en desplazar la guía transversalmente para compensar el alargamiento de la línea de remolque aprovechando la diferencia geométrica. La magnitud de este desplazamiento compensa el alargamiento sufrido por la línea de remolque entre la maquinilla y la guía, cuando aquella está sometida a elevados esfuerzos.



Dibujo "Bita guía dinámica".

El movimiento de la bancada de la guía se efectúa por medio de una máquina hidráulica, regulada de acuerdo con el módulo de elasticidad de la línea de remolque que esté trabajando.

Esta máquina está compuesta por unos cilindros hidráulicos que están comunicados por unas tuberías a través de una válvula que regula el paso del aceite en función de las características del material de la línea de remolque, por lo que la válvula se regulará de acuerdo con el alargamiento que se produce en la línea de remolque en función del ensayo de tracción y alargamiento.

La instalación de este tipo de guías dinámicas en remolcadores de nueva generación permite solventar el problema de la rotura de la línea de remolque al efectuar grandes esfuerzos de tiro. Además, solventa problemas de fricción que aparecen en el uso de guías fijas.

El uso de la bita guía dinámica compensa el alargamiento de la línea de remolque y evita en la mayoría de los casos la rotura de la estacha en los puntos de fricción, maximizando la seguridad del remolque en los momentos críticos de las operaciones de remolque de escolta.

4.- Sistema de propulsión (VSP)

Voith Schneider Propeller (VSP) es un sistema de propulsión que permite controlar el empuje en magnitud y dirección de forma continua, extremadamente precisa y rápida. El sistema se utiliza para remolcadores de escolta, pero también en buques de altura. Las ventajas principales de las hélices (VSP) para la propulsión de buques modernos de apoyo a plataformas son:

- Control continuo del empuje en magnitud y dirección.
- Empuje y eficacia de la propulsión iguales en todas las direcciones.
- Control del buque que se corresponde con el eje principal del barco, es decir, según coordenadas X/Y determinadas.
- Funcionamiento de los motores principales con velocidad constante o variable en función de las condiciones de maniobra, modo DP o marcha libre, teniendo en cuenta la eficiencia óptima de combustible de los sistemas de accionamiento diesel-directo y diesel-eléctrico sin dar marcha atrás.
- Funcionamiento a muy baja velocidad y, por lo tanto, fiable con elevados márgenes de seguridad en condiciones extremas de servicio y con una esperanza de vida tan alta como la del barco.



Voith Schneider Propeller (VSP)

Este sistema VSP permite maniobras muy precisas con tiempos de respuesta reducidos en condiciones de servicio normales y de emergencia, un aspecto de seguridad esencial para los capitanes, ya que el barco estará bajo control en todas las circunstancias. Este aspecto será de vital importancia durante los servicios en instalaciones marítimas con mal tiempo. Además, el VSP no genera ningún vector de empuje lateral perturbador durante las maniobras. Otro aspecto importante es la redundancia de todo el sistema de propulsión, que garantiza el control total del buque con sólo un tren de potencia en funcionamiento. La rápida y precisa variación del empuje de acuerdo con coordenadas cartesianas convierte al VSP en un sistema de propulsión ideal para un posicionamiento dinámico eficiente, incluso en condiciones climáticas extremas.

La eficiencia de la propulsión con ahorros potenciales de combustible frente a los propulsores azimutales contrarrotatorios es elevada y se espera conseguir

un ahorro en el consumo de combustible de entre el 5% y el 20%, dependiendo de las condiciones de servicio y la velocidad.

5. - Nuevo sistema (DOT) “*Dynamic Oval Towing system*”

Como ya hemos comentado anteriormente, en la actualidad los buques, a causa del gran número de escalas a realizar en poco tiempo, necesitan realizar las maniobras de entrada y salida de puerto a mayor velocidad y de esta manera disminuir su tiempo de estancia a puerto.

Indirectamente esto afecta al servicio de remolque ya que tiene que realizar el servicio con la misma calidad de siempre, pero a mayor velocidad. Esto a veces es un poco contradictorio ya que para hacer una maniobra con calidad hay que hacerla con seguridad y esto a grandes velocidades a veces no es posible.

Este dilema parece haber sido resuelto por el nuevo sistema de remolque DOT, ya que puede realizar todas las maniobras de remolque con una muy buena seguridad y a unas velocidades relativamente rápidas.

El sistema DOT consiste en un rail ovalado integrado en el puente del remolcador. Por encima de este rail circula el gancho haciendo firme la amarra y permitiéndole hacer movimientos de 360 grados.

Esta forma ovalada permite que por dentro pueda existir una zona de habilitación, el puente o cualquier otra estructura necesaria para el buen funcionamiento del remolcador. Además este sistema se puede integrar tanto a los buques de nueva construcción como a los ya existentes.

Normalmente los remolcadores tienen un único punto para remolcar hacia proa o hacia popa. El sistema DOT permite tener dos puntos de remolque uno para ir hacia delante y otra para ir hacia popa y no solamente esto sino que además estos dos puntos también están unidos por lo que es posible adoptar cualquier posición del remolcador sin que esto afecte a la posición de la amarra.

Esto asegura el pleno control sobre la maniobra y por lo tanto realizarla siempre con seguridad incluso a velocidades elevadas.

Así pues las ventajas principales del sistema DOT son:

- Mayor seguridad para la tripulación.
- Permite ayudar a los buques a mayor velocidad.
- Maniobrabilidad con el mínimo uso de la potencia propulsora.
- Todos los puntos de remolque están integrados alrededor de los 360°.
- La forma de óvalo permite una suficiente zona de alojamiento.
- El mínimo número de partes móviles garantiza el fácil mantenimiento y una larga vida útil.

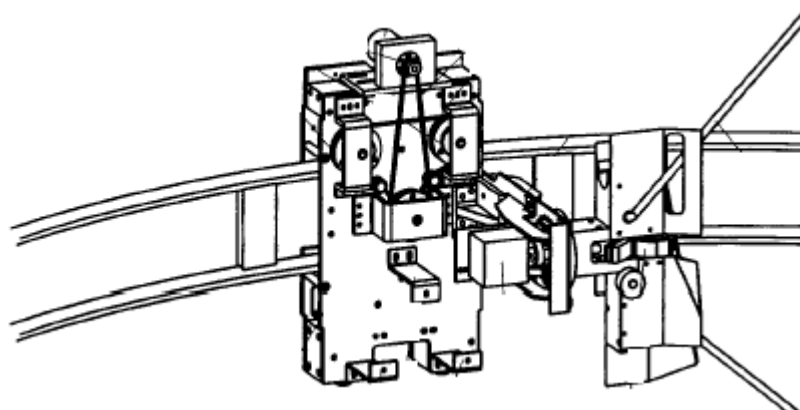
6.- Sistema automático de recogida y manipulación de sirga para enganche entre remolcador y buque remolcado

El sistema automático de recogida y manipulación de sirga para enganche entre remolcador y buque remolcado comprende una instalación para su montaje en la cubierta de un remolcador que permite manipular la sirga de unión entre remolcador y buque remolcado sin necesidad de que un operario tenga que estar en dicha cubierta para realizar operaciones manuales. La instalación consta de un carro atador que se desplaza sobre unas guías alrededor de la cubierta del remolcador. Después del lanzamiento de la sirga desde el buque a remolcar, el carro se desplaza hasta que un sensor incorporado al carro detecta la presencia de la sirga a nivel de la tapa de regala. El carro atador lleva sujeto en la pinza el cable o cabo de remolque del remolcador y una vez detectado que la sirga está introducida en la pinza, la cierra y la libera del carro, dejando unido el cabo del remolcador con la sirga del buque. Una vez realizada la operación, el carro atador vuelve a su posición de reposo.

El sistema automático de recogida y manipulación de sirga para enganche entre remolcador y buque remolcado, se caracteriza porque comprende grandes ventajas sin significar cambio en modo alguno al procedimiento global de enganche.

El citado carro atador ejerce las siguientes operaciones:

1. Detectar la presencia de la sirga a nivel de la tapa de regala, donde se encuentra apoyada después de haberla lanzado desde el buque a remolcar.
2. Sujetar la sirga con la pinza.
3. Liberar la pinza del carro
4. Volver a su posición de reposo hasta una nueva operación cuyo inicio ha de ser accionado desde el puente del remolcador.



Dibujo del Carro encima del carril-guía.

El sistema está conformado por un carril-guía dispuesto alrededor del remolcador sobre el que se desplaza de forma automática el carro atador. El carro atador dispone de un detector de presencia que, al llegar al punto donde se encuentra la sirga, hace que el carro se detenga. Inmediatamente un sistema de agarre tipo pinza o gatillo, que lleva sujeto el cable o cabo del remolcador, agarra la sirga, la sujeta, y se libera del carro. Una vez realizada esta operación el carro atador vuelve a una posición determinada o punto de reposo donde no moleste.

Este procedimiento, lo realiza el carro atador de forma automática, aunque el inicio del procedimiento viene ordenado desde el puente de mando del remolcador pulsando el comando correspondiente en la consola de control del sistema, a partir del momento que la bola impacta en la cubierta y la sirga queda apoyada sobre la tapa de regala. Desde la consola de control también puede conmutarse el funcionamiento del sistema de forma automática a manual.

La principal ventaja del sistema es que no resulta necesaria la presencia de ningún tripulante en la cubierta del remolcador durante la operación de enganche, lo cual conlleva una mayor seguridad para la tripulación. Hemos de pensar que esta tarea de enganchar, muchas veces se hace en condiciones de mala mar, poca visibilidad, con lluvia, etc., condiciones todas ellas que pueden originar un accidente por resbalamiento, tropiezo o caída del tripulante.

El patrón que se encuentra en el puente, tiene que estar atento al buque al cual se va a enganchar y al mismo tiempo al tripulante. Con la invención, el patrón solamente tendrá que preocuparse del buque ya que no hay ningún tripulante en cubierta. A partir del momento que la sirga impacta en cubierta solamente se deberá pulsar el botón de Inicio. El resto de operaciones son las mismas que se hacen actualmente y ya se realizan desde el puente.

Un ejemplo de remolcador con un sistema automático de recogida y manipulación de sirga para enganche entre remolcador y buque remolcado podría ser el "*Ramón Casas*" o el "*Salvador Dalí*" ambos de la empresa SAR remolcadores y actualmente proporcionando servicio en el puerto de Barcelona.

7.- Mejorar la formación. Formación especializada.

A pesar de todos los avances en las tecnologías y el aumento en la seguridad, la mayoría de accidentes se producen por fallos humanos, ya sea por una mala formación, etc. Por eso algunos centros se han especializado en la formación de futuros capitanes/patrones de remolcadores donde además de las clases teóricas se está aumentando la formación práctica mediante simuladores especiales que reproducen de forma real las maniobras de los remolcadores. De esta manera los futuros capitanes/patrones se enfrentan a todas las situaciones posibles, sabiendo reaccionar de forma adecuada y segura.

Un buen ejemplo es el centro de formación *Jovellanos* que recientemente ha incorporado el primer simulador de remolcadores de España en instalaciones. Con los nuevos simuladores será posible practicar, de forma virtual, la maniobra de atraque y desatraque con un barco y dos remolcadores.

El simulador de maniobra reproduce el puente de un barco, incluyendo medios de información, control y comunicación habituales y entre los que destaca la simulación de la visión exterior animada y del radar. Se dispone de un puesto de control para los remolcadores que puedan intervenir en la maniobra y un puesto de control informático de la simulación, donde se procesa, mediante tres mini-ordenadores trabajando en red, el modelo numérico de movimiento del buque, la imagen exterior animada y la imagen radar, atendiendo a la adquisición de las señales de control y presentación de información simulada en el puente.

Características Técnicas

- Simulador interactivo de maniobra de buques en tiempo real.
- Reproducción del puente con elementos de información (revoluciones de motores, ángulo de timón, compás, corredora doppler, sonda, anemómetro, reloj), mando (telégrafo de órdenes, timón, hélices de maniobra) y comunicación (radio VHF).
- Visión exterior generada por ordenador con 110 grados de amplitud horizontal. (Conmutable para visión lateral o por popa).
- Imagen de radar sintética, generada por ordenador.
- Puesto de control de remolcadores con conexión radio. Actuación de hasta 4 remolcadores, convencionales o Voith - Schneider.
- Librería de coeficientes de maniobra para 18 tipos de buques.
- Medio físico y condiciones ambientales variables (oleaje, viento, corrientes, visibilidad).

Aplicaciones

- Diseño portuario en planta: canales de acceso, dársenas, cambios de uso de terminales.
- Explotación portuaria: condiciones límites de entrada, empleo de remolcadores, análisis de riesgo.
- Entrenamiento náutico: maniobras de acceso a puerto, situaciones de emergencia, empleo de nuevos buques.

8.- Ejemplo de clasificación de un remolcador portuario

En este punto veremos como el remolcador “*Montras*” de la empresa “*Remolcadores Barcelona S.A.*” esta clasificado según la clasificadora *Bureau Veritas*.

La clasificación de los remolcadores en la *Bureau Veritas* se puede encontrar en el “*Reglamento para la Clasificación de los buques de acero*” concretamente en el capítulo 14 de la parte D del presente reglamento. Así pues en la tabla 38 podemos observar las diferentes secciones en las que se puede dividir el capítulo 14.

| Main subject | Reference |
|---|--------------|
| Ship arrangement | (1) |
| Hull and stability | Ch 14, Sec 2 |
| Machinery and cargo system | (1) |
| Electrical installations | (1) |
| Automation | (1) |
| Fire protection, detection and extinction | (1) |
| Integrated tug/barge combination | Ch 14, Sec 3 |
| (1) The Rules do not contain specific requirements for tugs on this subject. Refer to Part B and Part C, or Part D, Chapter 21, as appropriate. | |

Tabla 1

Analizando ya el remolcador “*Montras*” en la tabla 39 observaremos la información referente a su identificación y seguidamente la información referente a su clasificación.

| Ship particulars | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Identification | |
| Register Number: | 06876B |
| IMO Number: | 9319179 |
| Ship Name: | MONTRAS |
| Ex Names: | MONT RAS (2005) |
| Call Sign: | ECIG |
| Type & service: | Tug boat / Fire fighting ship |
| Owner: | REMOLCADORES DE BARCELONA S.A. |
| Connecting District: | MADRID (MDD) |
| Flag: | SPAIN |
| Port of Registry: | BARCELONA |
| Top | |
| Classification | |
| Main Class Symbols: | I Hull MACH |
| Service Notations: | Tug Fire fighting ship 1 |
| Navigation Notations: | Unrestricted navigation |
| Additional Class Notation(s): | AUT-UMS |
| Machinery: | MACH |
| Chain: | Ch 19.0 Q2 |

Tabla 2

Esta última información es la que realmente nos interesa en el presente trabajo ya que en ella podemos ver una serie de símbolos (*construction marks*) y que están descritos en el artículo 3 de la sección 2 de la parte A del reglamento anteriormente citado. Según nuestro buque cumpla con unas cosas o con otras será clasificado de una manera distinta.

También podemos observar que el “*Montras*” está clasificado como buque remolcador además de buque contra-incendios.

Además de la clasificación básica puede haber una clasificación adicional y que en nuestro caso lo indica el símbolo AUT-UMS (Espacio de maquinas sin dotación permanente) y que se asigna a los buques con instalaciones automatizadas que permitan a los espacios de máquinas a permanecer sin vigilancia periódica en todas las condiciones de navegación incluidas las de maniobra.

Finalmente podemos ver también que la parte de máquinas también ha estado clasificado con el símbolo MACH y que como anteriormente he comentado está definida en el artículo 3 de la sección 2 de la parte A.

Comentar también que además de cumplir con las normas y reglas de la sociedad de clasificación también cumple con el Convenio MARPOL 73/78.

9.- Remolcadores oceánicos o de altura

Un remolcador oceánico o de altura es un remolcador de gran potencia y autonomía capaz de acudir en auxilio de embarcaciones de gran porte que requieran de asistencia en alta mar. A diferencia de los remolcadores portuarios, estos son más versátiles y están contruidos con un diseño exclusivo para llevar a cabo este tipo de trabajo.

Son aptos para llevar a cabo una operación de rescate en cualquier punto del océano. Están asentados en puntos estratégicos de gran volumen de tráfico marítimo (Ciudad del Cabo, Estrecho de Magallanes etc.) y siempre listos a zarpar de inmediato respondiendo a la llamada de auxilio de cualquier embarcación.

Salvo muy pocas excepciones, debe existir un vínculo de unión física entre el buque remolcador y el buque remolcado, función encomendada a estachas o alambres de remolque o combinación de ellos.

Según este planteamiento, el estudio del remolque incluirá los siguientes bloques:

1. Conocimiento de la resistencia del buque remolcado.
2. Disponibilidad de la potencia del remolcador o cálculo de la necesaria.
3. Utilización de medios y equipos que relacionen ambos buques.

4. Métodos y procedimientos adecuados según las circunstancias y objetivos.
5. Conducta a seguir en las situaciones críticas de remolque.

9.1. Calculo de la resistencia del buque remolcador

$$R_T = R_H + R_P + R_W + R_S$$

RT = Resistencia total.

RH = Resistencia del agua.

RP = Resistencia de las hélices.

RW = Resistencia del viento.

RS = Resistencia del oleaje.

| Wire Size (in) | Wire Scope (ft) | Chain Size (in) | Chain Scope (ft) | Added Resistance (lbs) 10,000 lb. Tension | | | Added Resistance (lbs) 20,000 lb. Tension | | |
|----------------|-----------------|-----------------|------------------|--|-------|--------|--|-------|--------|
| | | | | 4 kts | 8 kts | 12 kts | 4 kts | 8 kts | 12 kts |
| 1 5/8 | 3000 | -- | -- | 1000 | 4000 | 7200 | 1000 | 3000 | 5800 |
| 1 5/8 | 2000 | -- | -- | 900 | 3500 | 4100 | 700 | 2500 | 3300 |
| 2 | 2000 | -- | -- | 2000 | 2200 | 6000 | 1500 | 2200 | 4000 |
| 2 | 2000 | 2 1/4 | 90 | 2500 | 5100 | 12000 | 1900 | 3900 | 7900 |
| 2 | 2000 | 2 1/4 | 270 | 3100 | 10000 | 19300 | 2000 | 7200 | 15000 |
| 2 | 2000 | 4 3/4 | 270 | 3700 | 12000 | 24500 | 2700 | 8900 | 17600 |
| 2 1/4 | 2000 | 2 1/4 | 90 | 1500 | 5200 | 11500 | 1300 | 3800 | 8000 |
| 2 1/4 | 2000 | 2 1/4 | 270 | 3000 | 8000 | 18500 | 1600 | 6500 | 14500 |
| 2 1/4 | 2000 | 4 3/4 | 270 | 5000 | 14100 | 25500 | 4500 | 12900 | 23000 |
| 2 1/4 | 3000 | 2 1/4 | 90 | 1900 | 8300 | 17500 | 1600 | 5700 | 13100 |
| 2 1/4 | 3000 | 2 1/4 | 270 | 3100 | 12000 | 24800 | 2500 | 8700 | 20100 |
| 2 1/4 | 3000 | 4 3/4 | 270 | 5500 | 14400 | 27800 | 5000 | 13300 | 26000 |

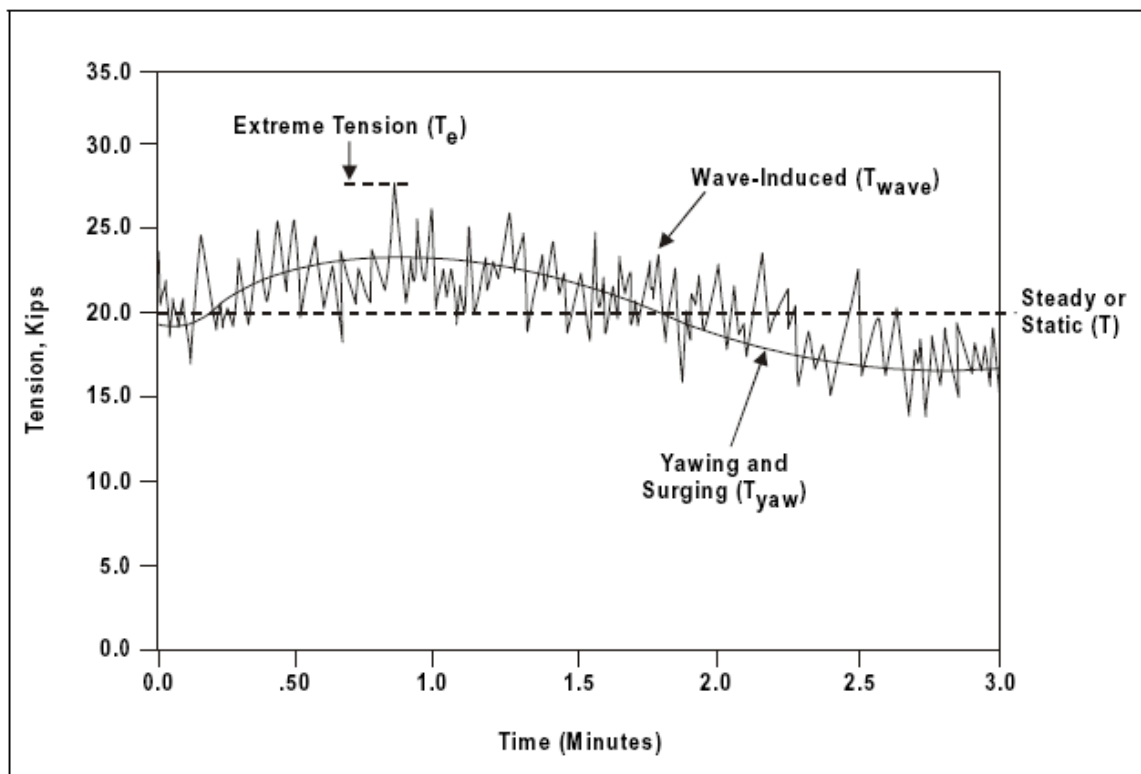
| Wire Size (in) | Wire Scope (ft) | Chain Size (in) | Chain Scope (ft) | Added Resistance (lbs) 40,000 lb. Tension | | | Added Resistance (lbs) 60,000 lb. Tension | | |
|----------------|-----------------|-----------------|------------------|--|-------|--------|--|-------|--------|
| | | | | 4 kts | 8 kts | 12 kts | 4 kts | 8 kts | 12 kts |
| 1 5/8 | 3000 | -- | -- | 600 | 2200 | 5000 | 500 | 1900 | 4200 |
| 1 5/8 | 2000 | -- | -- | 500 | 2000 | 3300 | 250 | 1000 | 2500 |
| 2 | 2000 | -- | -- | 1000 | 1700 | 3500 | 300 | 1200 | 3000 |
| 2 | 2000 | 2 1/4 | 90 | 1200 | 3200 | 6500 | 1000 | 2500 | 5100 |
| 2 | 2000 | 2 1/4 | 270 | 1500 | 5100 | 10900 | 1300 | 4200 | 8800 |
| 2 | 2000 | 4 3/4 | 270 | 2500 | 6900 | 14600 | 2000 | 6800 | 13200 |
| 2 1/4 | 2000 | 2 1/4 | 90 | 1200 | 3500 | 6500 | 1100 | 3100 | 5000 |
| 2 1/4 | 2000 | 2 1/4 | 270 | 1400 | 5100 | 11500 | 1200 | 3700 | 8500 |
| 2 1/4 | 2000 | 4 3/4 | 270 | 3600 | 9300 | 18100 | 2900 | 5700 | 13200 |
| 2 1/4 | 3000 | 2 1/4 | 90 | 1400 | 4100 | 9500 | 1200 | 2500 | 5900 |
| 2 1/4 | 3000 | 2 1/4 | 270 | 1900 | 6500 | 15500 | 1300 | 4200 | 10900 |
| 2 1/4 | 3000 | 4 3/4 | 270 | 3500 | 10500 | 21500 | 2000 | 7700 | 17000 |

Resistencia Hidrodinámica del Cable de remolque. (U.S. NAVY Towing manual) Tabla 3

En esta tabla podemos encontrar la resistencia hidrodinámica del cable de remolque tanto para cable como para cadena, i según sea su tamaño y su

alcance, además tenemos los datos para tres velocidades distintas, lo que nos permitirá elegir la mejor para cada caso. Si deseamos una exactitud en las cifras podemos interpolar sin ningún problema.

Por ejemplo para un buque de 60000 lb. y a una velocidad de 8 nudos y considerando que el cable tiene una longitud de 2000 pies i un diámetro de 2 ¼ y que la cadena tiene una longitud de 270 pies y un tamaño de 2 ¼ la resistencia que nos proporcionara la formación de la catenaria por el cable será de 3700 puntos, y que habrá que tenerse en cuenta para calcular la resistencia total. Otra tabla interesante que podemos utilizar es la siguiente:



Tensión del cable de remolque vs. Tiempo (*U.S. NAVY Towing manual*) Tabla 4

Cuando remolcamos a una velocidad y a un tiro fijo constante, la tensión del cable no es constante sino que varía a causa de las guiñadas, de las olas, etc. Si hacemos la unión de estas dos podremos encontrar la tensión estable o estática (la línea recta). Observando la figura también podemos decir que transcurren unos minutos entre la máxima tensión y la mínima tensión a causa del movimiento del buque, tanto por la guiñada como por las olas.

Finalmente también podemos mostrar una última grafica interesante que es la siguiente, siguiendo el Manual de Remolque de la U.S. Navy:

| Minimum Factors of Safety* | | | | | | | |
|---|------------------|----------------------|-------------------------|-----------|------------------------|-------------------------------|---------------------|
| Towing Mode for Tug | Wire Rope Hawser | ** Wire Rope Pendant | Chain Pendant or Bridle | Polyester | Synthetic Line (Other) | Shackles and Detachable Links | Bitts, Padeyes etc. |
| Note | 1 | 1 | 1 | 2 | 2, 3 | 4 | 5 |
| Long-Scope Wire Rope Hawser | | | | | | | |
| On automatic tension control | 3 (4)*** | 4 | 4 | - | - | 3 | 3 |
| On the brake | 5 | 6 | 6 | - | - | 5 | 5 |
| On the pawl (dog) | 7 | 8 | 8 | - | - | 7 | 7 |
| On the hook (bitt, pad, etc.) | 7 | 8 | 8 | - | - | 7 | 7 |
| On the hook or brake with chain pendant | 4 | 5 | 6 | - | - | 4 | 4 |
| On the hook or brake with synthetic spring | 4 | 5 | 5 | 6 | - | 4 | 4 |
| Long-Scope Synthetic Hawser with Wire Rope Pendant | | | | | | | |
| On automatic tension control | - | 4 | 4 | 4 | 10 | 3 | 3 |
| On the brake | - | 6 | 6 | 6 | 12 | 4 | 4 |
| On the pawl (dog) | - | 8 | 8 | 8 | 12 | 4 | 4 |
| On the hook (bitt, pad, etc.) | - | 8 | 8 | 8 | 12 | 4 | 4 |
| <p>NOTES:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Based on Minimum Breaking Strength. 2. Based on Minimum New Dry Breaking Strength. These figures are for 8" circumference and larger. For smaller lines, increase safety factor by 2. (See 4-2.2) 3. For Nylon: Breaking strength is reduced by 15% when wet. 4. Based on minimum breaking strength for links and proof load for shackles. 5. Based on Material Yield Strength. <p>* "Minimum" applies only to new components, good weather, short duration, or emergency conditions. Old components, possible heavy weather, long-duration use, etc., may impose uncertainties which require use of safety factors greater than the listed minimum safety factors.</p> <p>** When pendant is used as a deliberate "fuse" (i.e., safety link), use the same factor of safety as for the hawser but applied to the breaking strength of the pendant.</p> <p>*** See 4-3.1 For Details.</p> | | | | | | | |

Factores de seguridad para un remolque seguro. Tabla 5

En esta tabla podemos ver los factores de seguridad recomendados para poder llevar a cabo un remolque eficaz y seguro. Para ello tenemos que multiplicar la tensión por el factor de seguridad de cada componente y este compararlo con la fuerza de rotura del mismo componente.

Los factores de seguridad también representan muchos otros efectos como la fatiga del cable de remolque, la corrosión, entre otros.

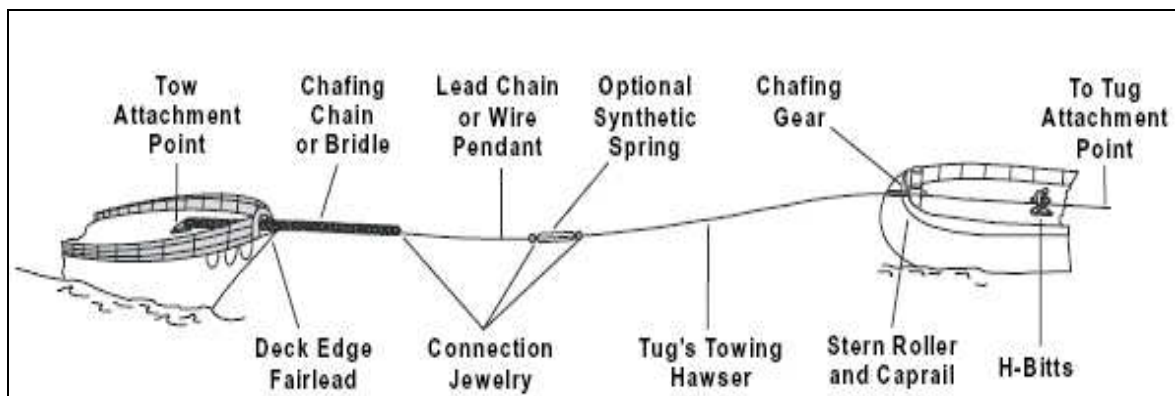
9.2. Calculo de la potencia requerida en el remolcador

$$\text{BHP (total)} = \text{EHP (remolcado)} + \text{BHP (remolcador)}$$

La potencia del remolcador será igual a la potencia de tracción del remolcado (EHP), más la potencia que el remolcador necesita por sí mismo para desarrollar sin remolque la velocidad de remolque considerada.

9.3. Composición del equipo de remolque

La composición de la estacha de remolque puede ser muy variada, en función de los criterios y necesidades del trabajo, sin embargo, como criterio a considerar en los casos de máxima necesidad, la que se recomienda para grandes buques está constituida principalmente por:



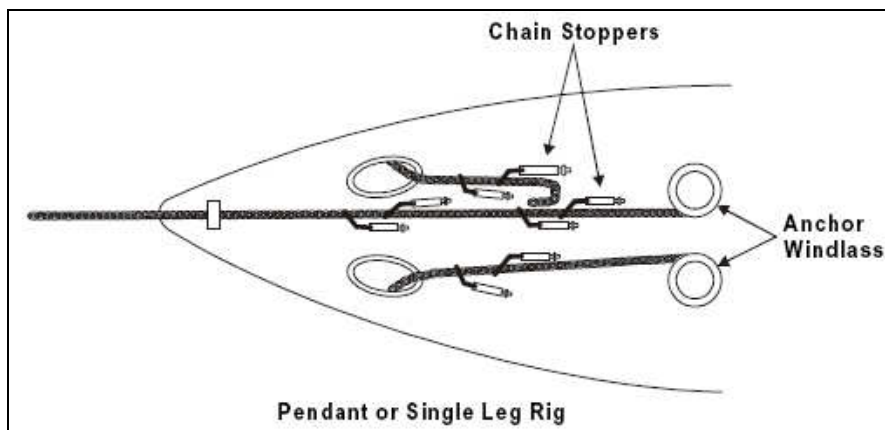
Componentes típicos de la línea de remolque

- Un cable de remolque principal de características 6 x 41 WS + IWRC (alma del cable de acero independiente), de diámetro superior a 52mm. Este cable se extiende desde el carrete o tambor de estiba de la maquinilla del remolcador.
- Un cabo sintético de unos 60 metros de longitud, cuyo objetivo es absorber las cargas dinámicas, dando elasticidad al conjunto.
- Un cable engrilletado al sintético de unos 120 metros que sirve de fusible de seguridad para el mantenimiento estructural del cable principal. El diámetro de este cable es similar al principal o ligeramente inferior.
- Un tramo de cadena de roce de unos 10 metros mínimo, que se hace firme en el buque remolcado, que salga hacia el exterior del buque una longitud mínima no inferior a 3 metros a partir del punto de roce sobre guías o gateras.
- Grilletes de unión y equipo complementario, dimensionados a las fuerzas que deben soportar según el tipo de buque, considerando un factor de seguridad de 5 para los cables, con una carga de rotura al menos dos veces la del tiro que proporcione el remolcador.

9.4. Procedimientos para dar el remolque

Muchas de las maniobras de remolque resultan fallidas, especialmente en su propio inicio, al resultar imposible establecer la comunicación física entre dos buques, dadas las dificultades en tender el remolque y mantenerlo, siendo por ello aconsejable seguir un procedimiento seguro para hacerlo, y que consiste en :

- I. El buque que se debe remolcar lanza la sisga al remolcador.
- II. El remolcador sujeta un virador a la sisga, que es cobrado por el remolcado.
- III. Al chicote del virador se le hace firme el elemento de seguridad (*pendant line*) del sistema de un largo máximo de 120 metros, con un grillete de unión. Cobrado por el remolcado dicho chicote se hará firme al chicote de cadena, con un mínimo de 10 metros.
- IV. En el chicote del *pendant line* a bordo del remolcador se engrilleta, si fuera necesario, el elemento elástico.
- V. El chicote del elemento elástico se engrilleta al alambre principal de remolque.
- VI. Tanto el remolcado desvirando el largo de cadena necesario y haciéndolo firme por el freno, estopor y mordaza, como el remolcador desvirando el cable de remolque en el largo requerido por las circunstancias y condiciones previstas, establecen la disposición definitiva en que se desarrollará la operación de remolque.



Aparejos de remolque.